

# SYSTEM AND METHOD FOR MANAGING ADJACENT CHANNEL INTERFERENCE BY USING POWER CONTROL AND DIRECTIVE CHANNEL ASSIGNMENT IN COMBINATION

Patent number: JP9200843  
Publication date: 1997-07-31  
Inventor: MACHIRUDO BENBUENISUTO  
Applicant: AT & T CORP  
Classification:  
- international: H04Q7/36; H04B7/26; H04B15/02  
- european: H04B7/005B1L; H04B7/005B4T; H04Q7/32C; H04Q7/36A  
Application number: JP19960340736 19961220  
Priority number(s): US19950581694 19951229

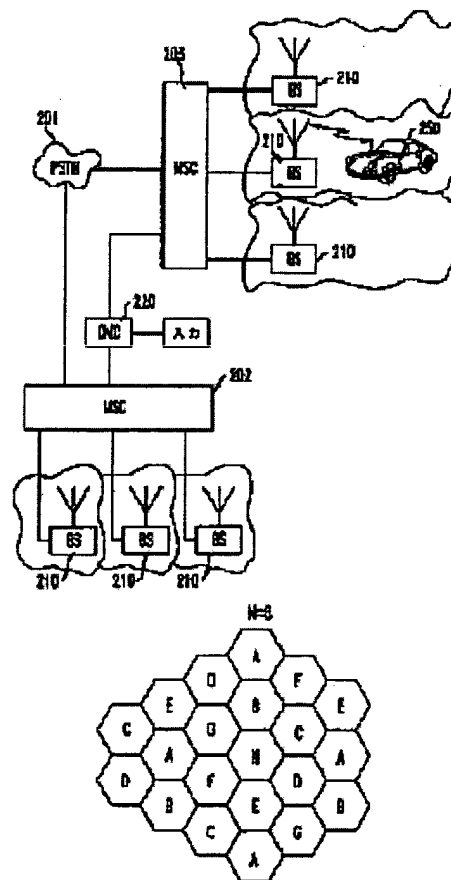
Also published as:

EP0782361 (A2)  
US5787352 (A1)  
EP0782361 (A3)

Report a data error here

## Abstract of JP9200843

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To manage interference between adjacent channels in a cellular radio communication system by managing the interference based upon the function of a communication channel service quality coefficient in the system. **SOLUTION:** A mobile radio telephone system is connected to a public station telephone network(PSTN) 201 through plural movement switching centers (MSCs) 202, 203. Base stations(BSs) are mutually connected by switching the MSCs 202, 203. Each BS has a transmitting/receiving function for providing service to a mobile radio telephone set 250. A central control station(OMC) 220 controls respective parts mentioned above. It is effective to execute power control in addition to a directive assignment method to prevent the generation of collision and interference between adjacent channels. In the case of an omnidirectional cell (N=8) e.g. in Fig.11, the probability of adjacent channel interference can be suppressed to about 0.5 to 2.8% in accordance with a proposal load.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-200843

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

|                           |      |        |              |         |
|---------------------------|------|--------|--------------|---------|
| (51) Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I          | 技術表示箇所  |
| H 0 4 Q 7/36              |      |        | H 0 4 B 7/26 | 1 0 5 D |
| H 0 4 B 7/26              |      |        | 15/02        |         |
| 15/02                     |      |        | 7/26         | H       |

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平8-340736

(22) 出願日 平成8年(1996)12月20日

(31) 優先権主張番号 08/581694

(32) 優先日 1995年12月29日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390035493

エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション

AT&amp;T CORP.

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨ

ーク ニューヨーク アヴェニュー オブ  
ジ アメリカズ 32

(72) 発明者 マチルド ベンヴェニスト

アメリカ合衆国 07079 ニュージャージー,

サスウ オレンジ, ハーディング ド

ライヴ 76

(74) 代理人 弁理士 岡部 正夫 (外1名)

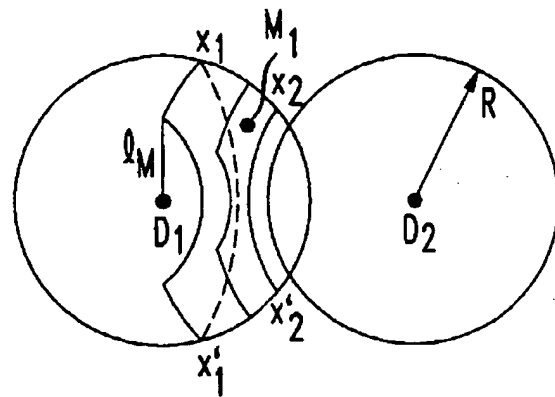
(54) 【発明の名称】 パワー制御と有向チャネル割当てを併用して隣接チャネル干渉の管理を行なうためのシステムお

(57) 【要約】 よび方法

【課題】 本発明は、無線通信システム、より詳細には、チャネル化されたセルラシステム内の隣接チャネル干渉を管理するための改良された手段に関する。

【解決手段】 セルラ無線通信システム内の隣接チャネル干渉をそれらシステム内の通信チャネルに対するサービス品質係数の関数として管理するための新規の方法論が開示される。これら方法論、およびこれらの本質的な機能は、以下を特徴とする：混合型パワー制御 (Mixed Power Control) 法—従来のパワー制御法と関連する干渉問題を克服することを目的とする；有向割当て (Directed Assignment) 法—無輻湊状態において隣接セル間の隣接チャネル衝突を低減することを目的とする；および混合型パワー制御と有向チャネル割当ての併用

(Mixed Power Control with Directed Assignment) 法—隣接セル間の隣接チャネル干渉を低減することを目的とする。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 （第一の）複数のセルに分割されたサービスエリアを持つ無線通信網内の干渉を管理する方法であって、第二の複数の通信チャンネルが前記の（第一の複数の）セルの間に割り当てられるために利用でき、この方法が：前記の利用可能なチャンネルのおおのに少なくとも二つの互いに素なカテゴリの一つに対応するラベルを割り当て、これによって二つの隣接チャンネルが同一のカテゴリにてラベルされないようにするステップ；各セルが共通のラベルを割り当てられたチャンネルを使用するようにするステップ；および各セル内のユーザにチャンネルをパワー制御の適用との関連で割り当てるステップを含み、ここで、高パワーユーザが、前記の第一のラベルを持つセル内の低い番号のチャンネルに、そして、第二のラベルを持つセル内の高い番号のチャンネルに割り当てられることを特徴とする方法。

【請求項2】 前記の割り当てステップがチャンネルを各セル内のユーザに、各ユーザのサービスを提供している基地局からの距離の降順に、前記の第一の互いに素なカテゴリに対応するラベルを持つセルに対しては前記のセルのユーザが利用可能な最も低い番号のチャンネルに割り当てられ、前記の第二の互いに素なカテゴリに対応するラベルを持つセルに対しては前記のセルのユーザが利用可能な最も高い番号のチャンネルに割り当てられるという制約の下に、割り当てるように動作することを特徴とする請求項1の干渉を管理する方法。

【請求項3】 前記の利用可能なチャンネルにラベルを割り当てるステップが、前記の利用可能なチャンネルを複数のチャンネルセットの間に、各セットに前記の少なくとも二つの互いに素なカテゴリの一つに対応するラベルが割り当てられ、これによって隣接チャンネルを持つ二つのセットが同一のカテゴリにてラベルされないように分配することによって遂行されることを特徴とする請求項1の干渉を管理する方法。

【請求項4】 前記の各セルが共通のラベルを割り当てられたチャンネルを使用するようにするステップが、前記の各セルが共通のラベルを割り当てられた前記のチャンネルセットの一つあるいはそれ以上からのみ選択されたチャンネルを使用するようにすることによって遂行されることを特徴とする請求項3の干渉を管理する方法。

【請求項5】 パワー制御が、中央送信位置から移動ユニットに向けての送信（以降“ダウンリンク送信”と呼ばれる）に対しては、前記の中央送信位置からある半径距離を超えて位置する移動ユニットのみに適用され、前記の半径距離が許容可能なレベルの干渉が達成されるように決定されることを特徴とする請求項1の干渉を管理する方法。

【請求項6】 パワー制御が、移動ユニットから中央送信位置に向けての送信（以降“アップリンク送信”と呼ばれる）に対しては、前記の中央送信位置からある半径

距離以内に位置する移動ユニットのみに適用され、前記の半径距離が許容可能なレベルの干渉が達成されるように決定されることを特徴とする請求項1の干渉を管理する方法。

【請求項7】 セル内のチャンネル割り当てが、移動ユニットが前記のセルから出たときに、前記の請求項の方法論に従って再構成されることを特徴とする請求項2の干渉を管理する方法。

【請求項8】 （第一の）複数のセルに分割されたサービスエリアを持つ無線通信網内の干渉を管理する方法であって、第二の複数の通信チャンネルが前記のセル間に割り当てられるために利用可能であり、この方法が：中央送信位置からサービスされる移動ユニットに向けて、あるいは移動ユニットからの送信に対して、以下の制約に従ってパワー制御を適用するステップが含まれること、つまり：中央送信位置から移動ユニットに向けての送信

（“ダウンリンク”）に対しては、前記のパワー制御が前記の中央送信位置からある半径距離を超えて位置する移動ユニットのみに適用され；移動ユニットから中央送信位置に向けての送信（“アップリンク”）に対しては、前記のパワー制御が、前記の中央送信位置からある半径距離以内に位置する移動ユニットのみに適用され；ここで、前記の各半径距離が、許容可能なレベルの干渉が達成できるように決定されることを特徴とする方法。

【請求項9】 無線通信網内の干渉を管理するためのモデルを含むように製造されたメモリ手段であって、このモデルが、本質的に図1の干渉を管理するための方法の各ステップを遂行することを特徴とするメモリ手段。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【参照されるべき関連する特許出願】この特許出願は、合衆国特許出願第08/580570号、“System and Method For Managing Neighbor Channel Interference In Channelized Cellular Systems” (M. BENVENISTE-7) および、合衆国特許出願第08/580568号、“System and Method For Management of Neighbor Channel Interference With Cellular Reuse Partitioning” (M. BENVENISTE-8) と関連するものであり、これらの特許出願が、同一の出願人による現在の出願と同時に申請されてるために、これらも参照されるべきである。

##### 【0002】

【発明の属する技術分野】本発明は、無線通信システム、より詳細には、チャンネル化されたセルラシステム内の隣接チャンネル干渉を管理するための改良された手段に関する。

##### 【0003】

【従来の技術】無線通信の分野においては、スペクトルを効率的に利用し、利用可能なチャンネルを最大にするための配慮から、一般に、これらチャンネルをセルラ構成にし、この構成から誘導される周波数を使用することが必

要となる。つまり、サービスエリアがセルとして知られているコネクティドサービス領域 (connected serviced omains) に分割される。特定のセル内において、ユーザが、無線リンクを介してそのセルにサービスを提供する基地局と交信すると、この基地局は、無線通信網を構成する他の複数のセルに対する基地局と接続される。次に、この無線通信網が、通常は、一つあるいは複数の有線網に接続される。このような無線網を使用して通信するために、各ユーザには、チャンネルの離散集合 (discrete set of channels) の一つが割当てられる。

【0004】図1には、従来の無線セルラ通信システムの規則的な六角セル配列が簡略的に示される(脚注1)。周知のように、地理上のサービスエリアを六角格子として表現することによって幾何学的なパターンが確立されるが、これは、周波数をパターン化された配置 (patterned disposition) に従って割当ててを許し、これによってこれら周波数を制御された反復的な規則的な割当てモデルに従って再利用 (reuse) することが可能にされる。これらセルエリアは、おのおの、それらに割当てられた特定のチャンネルセットを持つ(脚注2)。各チャンネルセットは、そのセルエリア内で使用するための複数の個別の送信および受信無線チャンネルから構成される。図1に示されるモデルにおいて、“A”とマークされたセルは、コユーザセル (co-user cells) であり、全てが、同一のチャンネルセットを使用する。このことは、“B”、“C”、などとマークされたコユーザセルについても同様であり、これらのおのおの、それ自身に割当てられたチャンネルセットを持つ。

【0005】各セルは、基地局と関連するアンテナシステムによって放射され、これら基地局は、互いにおよび/あるいは他の網と相互接続される。全方向放射パターンがアンテナ101によって示され、セルがより小さなV形タイプのサービスエリアにセクタ化された指向性アンテナパターンがアンテナ102によって表される。

【0006】周知のように、セルラ通信システムの最も中心的な概念として周波数の再利用がある。周波数の再利用によって、異なる地理上の位置 (異なるセル) 内のユーザが、同一周波数のチャンネルを同時に使用することが可能になるが、これが、図1に、規則的なチャンネル割当ての場合に対して、共通の記号を持つセルとして示される。周波数の再利用は、システムのスペクトル効率を大幅に向上させるが、反面、適当なシステム設計がなされない場合は、同一チャンネルを共通に使用するのに起因してセル間に重大な干渉を起こす恐れがある。

【0007】周波数を再利用するための割当ては、一般には、コユーザセルを識別するため、およびRFスペクトルをチャンネルセットに分割するための単純な規則を採用することによって実現される。チャンネル割当てアプローチは、二つの範疇、つまり、固定的 (fixed) な割当てと、フレキシブル (flexible) な割当てに大別する

ことができる。[これに関しては、M. Benveniste, “Self Configurable Wireless System”, forthcoming, を参照すること]。固定的なチャンネル割当てにおいては、セルとそれらにサービスを提供するための (それらセルのために使用される) チャンネルとの間の関係が固定される。あるセルに割当てられたチャンネルは、そのセル内の呼のみをサービスすることができ、各チャンネルは、それらチャンネルを割当てられた全てのセルによって同時に使用することができる。固定的なチャンネル割当ての一例として、“規則的 (regular)” なチャンネル割当てがあるが、これは、同一サイズの、規則的な間隔のセルを持つことを特徴とする。規則的なチャンネル割当ては、セル間をトラヒックが一様に分配されるシステムに対しては、最適である。

【0008】トラヒックの分布が一様でない場合には、チャンネルをセルに、それらのトラヒック負荷に従って、割当てる最適の固定的、“不規則的 (non-regular)” なチャンネル割当てを見つけることができる。

[このような最適の不規則的な割当てを達成するためのプロセスが、M. Benvenisteによる “Apparatus and Method for Non-Regular Channel Assignment in Wireless Communication Networks”, 合衆国特許第5, 404, 574号において開示されている]。

【0009】フレキシブルなチャンネル割当て法は、システムの、基地局無線を遠隔からソフトウェアにて再チューニングするための能力を活用するが、この能力は、チャンネル容量をトラヒック変動に適應させることを可能にする。フレキシブルなチャンネル割当て方法論のクラスには、適應的 (adaptive) なチャンネル割当て、動的 (dynamic) なチャンネル割当て、および、これら二つのハイブリッドである適應的動的 (adaptive-dynamic) なチャンネル割当てが含まれる [上に参照のM. Benvenisteの “Self Configurable Wireless System”, id. を参照]。

【0010】また、無線通信システム内の通信の品質は、受信信号の干渉に対する比 ( $S/I$  比) に大きく依存することがよく知られている。問題となる主要な干渉は、二つの要素、つまり、コチャンネル干渉 (co-channel interference) および隣接チャンネル干渉 (neighbor-channel interference) から成る。コチャンネル干渉は、動作中のチャンネルと同一の周波数にチューニングされた通信源からの干渉であり、隣接チャンネル干渉は、周波数スペクトルにおいて動作中のチャンネルと近いチャンネルを使用する通信源から来る。干渉隣接チャンネルが、スペクトルにおいて動作中のチャンネルと隣接する場合には、通常、隣接チャンネル干渉 (adjacent-channel interference) という用語が使用される。要求される音声あるいはデータ伝送品質を達成するためには、受信された信号の、コチャンネル干渉と隣接チャンネル干渉の和に対する比が、指定される閾値以上であることが要求される。

【0011】あるセル内および隣接セル内の隣接チャネルの使用を回避する必要性についてはよく知られている。一般的に、図2のセクタ化されたパターンによって示されるような、3セクターセルが、7セルから成るクラスタ内のスペクトルを再利用し、同一セルをサービスするためのチャネル間の間隔が、21チャネル(630kHz)とされる、アナログAMPSシステムにおける従来のチャネル割当て法は、隣接チャネルからの干渉を無視できる程度にするのに十分である。物理的に隣接するセルに関しては、隣接チャネルセットが、同一セルの複数のセクタ、あるいは考慮下のセクタに隣接する隣接セル内の複数のセクタに割当てられるのを回避することで十分である。このようなチャネル割当てが、図2に示されるように、3セクタセルが7セルのサイズのグループを再利用する構成に対して存在する。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】ただし、これよりは従来のでないチャネル割当てアプローチ、例えば、フレキシブルなあるいは不規則的で、かつ、固定的なチャネル割当てが追求される場合は、チャネル間隔要件のこのようなほぼ自動的な満足は、もはや起こらない。このようなアプローチにおいては、セルラシステム設計者は、ある一つのセル内あるいは隣接する複数のセル内で同時に使用されるチャネル間に要求される最小のスペクトル間隔について決定することを要求される。この問題に答えるために既に提唱されている様々なアプローチは、全くとはいわないまでも、十分に、隣接チャネル干渉について考慮していない(脚注3)。より具体的には、従来の隣接チャネル干渉の取り扱い、およびチャネル間隔要件の決定においては、S/I比に対する全体としての影響についての十分な考慮がなされていない。[例えば、W.C.Y. Lee によるMobile Cellular Telecommunications Systems, McGraw-Hill, New York, 1989を参照されたい。]。このように、隣接チャネル干渉がS/I比に及ぼす影響が考慮されてないために、結果として、信号が、干渉より弱くなる場合が生ずる。コーチャネル干渉が存在しない場合は、受信機付近に位置する干渉信号の相対強度を、チャネル分離に起因する信号強度の低下とバランスさせることによって、結果としてのS/I比を1(0dB)にすることができるが、ただし、コーチャネル干渉が存在する場合は、結果としてのS/I比は、1以下(dBにて表現された場合は負)になる。

【0013】S/I要件は、全体としての干渉を制限することを意味し、全体としての干渉は二つの項の和(つまり、コーチャネル干渉の項と隣接チャネル干渉の項の和)であるために、これらの間には、トレードオフが存在することとなる。つまり、隣接チャネル干渉の観点からは、チャネル間の周波数スペクトル間隔が大きくなると減少し、こうして、コーチャネル干渉に対するより大きなマージンを残すこととなる。結果として、より小

さな再利用距離が可能になり、少なくとも原理上は、システム容量が高くなる。ただし、反面、より大きなチャネル間隔は、各セル内に使用できるチャネルの数を少なくし、これは、他の点が同一にとどまる場合は、容量を低減させることとなる。従って、システム設計者の一つの重要な目的は、S/I要件が満足され、かつ、スペクトル利用が最大になるような最適なチャネル間隔を決定することにある。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、セルラ無線通信システム内の隣接チャネル干渉を、これらシステム内の通信チャネルのサービス品質係数の関数として、管理するための新規の複数の方法論を提供する。ここに開示される隣接チャネル干渉を管理するためのこれら新規の複数の方法論には：

【0015】混合型パワー制御(Mixed Power Control)法——従来のパワー制御法と関連する干渉問題を克服することを目的とする；有向割当て(Directed Assignment)法——無輻湊状態において隣接セル間の隣接チャネル衝突を低減することを目的とする；および混合型パワー制御と有向チャネル割当ての併用(Mixed Power Control with Directed Assignment)法——隣接セル間の隣接チャネル干渉を低減することを目的とする；が含まれ、これらのおのおのが、本発明の一つの実施例を構成するものである。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下の説明は、一部分、コンピュータシステム内のデータに関する演算のアルゴリズムおよび記号的表現の観点から行なわれる。明らかなように、これらアルゴリズム的記述および表現は、システムエンジニアリングの分野における技術者によって当業者に彼らの研究の内容を伝えるために通常に使用される手段である。

【0017】ここで(および一般的に)使用されるアルゴリズムという用語は、要望される結果に導くための独立したステップのシーケンスと見ることができる。これらステップは、通常、物理量の操作を伴う。通常、必ずしもそうではないが、これら物理量は、蓄積、転送、結合、比較、その他の操作が可能な電氣的あるいは磁氣的な信号の形式をとる。説明の便利さ、並びに、通常の用法と適合させるために、これら信号は、しばしば、ビット、値、エレメント、記号、文字、項、数、その他の観点から説明される。ただし、これらおよび類似する用語は、適当な物理量と対応されるべきであり、これら用語は、これら量に与えられた単なる便宜上のラベルであるということが強調されるべきである。

【0018】説明の明快さのために、本発明の実施例が個々の機能ブロック(“プロセッサ”とラベルされる機能ブロックを含む)から構成されるものとして説明される。これらが表す機能は、共有あるいは専用ハードウェア

アの使用を通じて提供され、これらには、これに限定されるものではないが、ソフトウェアを実行する能力を持つハードウェアが含まれる。例えば、図3および4内に示される“OMC”、“MSC”、および“BS”、並びに、図4の“コンピュータプロセッサ”機能の幾つかあるいは全ては、一つあるいは複数のプロセッサによって提供され、これらプロセッサには、共有プロセッサも含まれる。（“プロセッサ”という用語の使用は、ソフトウェアを実行する能力を持つハードウェアを排他的に差すものと理解されるべきでない）。

【0019】一例としての実施例は、マイクロプロセッサおよび／あるいはデジタル信号プロセッサ（DSP）ハードウェア、例えば、AT&T DSP16あるいはDSP32C、以下に説明される動作を遂行するためのソフトウェアを蓄積するための読み出し専用メモリ（RAM）、および結果を蓄積するためのランダムアクセスメモリ（RAM）を含む。大規模集積（VLSI）ハードウェア実施例、並びに、カスタムVLSI回路と汎用DSP回路との組合せを使用することも可能である。

【0020】図3には典型的なセルラシステムがブロック図にて示される。図示されるように複数の移動交換センタ（MSC）202および203によって移動無線電話システムが公衆交換電話網201（PSTN）に接続される。MSCの交換によって、おのおのがセルカバリエリアにサービスを提供する複数の基地局（BS）210が相互接続される。各カバリエリアは、図示されるように、実際のシステムに典型的な不規則な境界を持つ。各BSは、そのセルカバリエリア内の移動無線電話250にサービスを提供するための無線送／受信装置および放射アンテナを持つ。

【0021】運転および管理センタ（OMC）220が、それらのシステム動作およびそれらと関連するBS210を制御するためにMSC202および203に結合される。OMC220は、中央制御局であり、これは、データ処理部、データメモリから入力されるデータを受け入れるための入力、およびリアルタイムコントロールを含む。フレキシブルなチャンネル割当ての場合は、このデータ処理構成が、BSの所に位置する遠隔からチューニング可能な無線トランシーバとの組合せにてチャンネル割当て（アレンジメント）を実現するために使用される。

【0022】このようなフレキシブルなチャンネル割当てに対しては、図4に略ブロック図にて示されるような、BSの所の無線トランシーバのチャンネル割当ておよびチューニングを制御するためのデータ処理装置の一例としての実現が、OMC内に含まれる。コンピュータプロセッサ310は、関連するメモリ311内に蓄積されたプログラムを持つ。このプログラムは、セルラシステムへの無線チャンネルの割当てを遂行するためのインストラクションを含む。初期入力データが入力機能312を通じ

てコンピュータプロセッサ310に供給される。これら入力には、利用可能なセル、利用可能な無線周波数、および干渉情報が含まれる。干渉情報は、通常、セル間干渉マトリックス（cell-to-cell interference matrix）の形式を持ち、他のセルからの各セルへの干渉を定義する。これら入力には、さらに、要望されるチャンネル割当ておよびトラヒック利用パターンに対して要求されるシステム制約が含まれる。

【0023】フレキシブルなチャンネル割当て方法論を実現するために、チャンネル割当てプロセスが、コンピュータプロセッサ310によって、メモリ311内に蓄積されたインストラクションに従って遂行される。結果としてのチャンネル割当てが出力機能313を介してMSC315に出力され、これはここからBS321に転送される。これらBS内に含まれる個々のチューナブル無線322が、次に、割当てプロセスによって決定された無線チャンネルの割当てに従って適当な周波数にチューニングされる。

#### 【0024】1. 発明の方法論

##### A. 概要

本発明の方法論が、ここでは、複数の実現（実施例）として示されるが、これら新規の方法のおのおのが、隣接チャンネル干渉を管理し、結果として、総合的なS/I比目標を達成することを目指す。これら実施例の具体的な説明から明らかになるように、各実施例は、独立して実現することもできるが、これらの殆どは、一つあるいはそれ以上の他の実施例と組み合わせて実現することも、あるいは、参照として示された一連の関連する特許出願において開示される方法論の実施例と組み合わせて実現することも可能である。

【0025】隣接チャンネル送信機に起因する干渉のレベルは、加入者ユニット（通常は、移動あるいは携帯ユニット）のそれらの基地局からの位置、実施されるパワー制御のレベル、および通信の方向、つまり、送信が基地局から加入者ユニットに向けて行なわれるか（ここでは、“ダウリンク”と呼ばれる）、あるいは加入者ユニットから基地局に向けて行なわれるか（ここでは、“アップリンク”と呼ばれる）に依存する。図5および6は、隣接チャンネル干渉の影響について考察するための一例としての構成を示す。図5には、単一のセルが、基地局Bと共に示され、図6には、二つの近隣するセルが、基地局B<sub>1</sub>およびB<sub>2</sub>と共に示される。両方の図面において、加入者局iおよびjが、互いおよび基地局との様々な位置関係にて示される。全ての構成において、記号iは、サービス中の加入者ユニットを示し、記号jは、その周波数スペクトル内で最も近い隣接チャンネルと呼ばれるチャンネル上で動作している加入者ユニットを示す。図6の構成においては、サービス中の加入者ユニットiは、基地局B<sub>1</sub>によってサービスされ、隣接チャンネル加入者ユニットjは基地局B<sub>2</sub>によってサービスされ

る。

【0026】一例として、全ての呼が同一のパワーにてサービスされる場合、つまり、パワー制御が適用されない場合について考える。この場合、結果として、ダウンリンク上の隣接チャネル干渉は、図5に示される全てのケースについて、全ての呼が同一のパワーにてサービスされるために同一となる。一方、アップリンク上の隣接チャネル干渉は、図5に示される3つのケースでのおおの異なる。信号の減衰が送信機と受信機との間の距離が増加すると増加するために、図5aにおいては、加入者ユニットiから受信される信号強度は、加入者ユニットjからの干渉信号よりも（加入者ユニットiがサービスを提供する基地局に近いために）強くなる。従って、この構成においては、アップリンク上の隣接チャネル干渉は無視できる。図5bの構成においては、受信サービス信号は、干渉信号と、二つの加入者ユニットが基地局から同一の距離にあるために、同一となる。最後に、図5cの構成においては、アップリンク上の隣接チャネル干渉の方が、干渉加入者ユニットがサービス加入者ユニットよりも基地局に近いために高くなる。

【0027】基地局により近い呼のパワーを低減するパワー制御が使用された場合は、経験される隣接チャネル干渉の関係は変化する。これら変化を再び図5の構成を用いて説明するが、ここでは、パワーが、受信サービス信号が等しくなるように調節されるものと想定される。この場合、結果として、アップリンク上の隣接チャネル干渉は、図5の3つの全ての構成において、全ての加入者ユニットから受信される信号が、そのユニットの基地局からの位置と無関係に同一となるために、同一になる。反対に、ダウンリンク上にパワー制御が適用された場合は、隣接チャネル干渉は、3つの構成のおおのに対して異なることになる。つまり、パワー制御のために、図5aの構成においては、ダウンリンク上の隣接チャネル干渉は、干渉信号のパワーがサービス信号のパワーよりも高くなるために増加することとなる。図5bの構成においては、サービスされる加入者ユニットと隣接チャネル加入者ユニットが基地局から等距離にあるために、パワー制御が、ダウンリンク上の隣接チャネル干渉に影響を与えることはない。最後に、図5cの構成においては、パワー制御によって、ダウンリンク上の隣接チャネル干渉は低減される。従って、以上からわかるように、パワー制御は、一般的には、アップリンク方向に対しては有用であるが、ダウンリンク方向において使用さ

れた場合は、しばしば、結果として、隣接チャネル干渉を増加させることとなる。

【0028】図6に示されるような隣接セルの場合についても考える。最初に、図6aの構成についてみると、加入者ユニットiは、ダウンリンク上（基地局B<sub>2</sub>からの競合信号に起因）、およびアップリンク上（加入者局jからの競合信号に起因）の両方で隣接チャネル干渉を受ける。図面から簡単に理解できるように、図6bにおけるダウンリンク上および図6cにおけるアップリンク上には同程度の隣接チャネル干渉が発生するが、ただし、図6bにおけるアップリンク上および図6cにおけるダウンリンク上では、隣接チャネル干渉は、無視できる程度となる。

【0029】参照の本発明と対を成すM. Benveniste-7(S/N08/580570)と呼ばれる特許出願においては、チャネル間隔（サービスチャネルと干渉隣接チャネルとの間の間隔）、サービスチャネルと干渉チャネルの受信信号強度、およびS/I比との間の幾つかの関係が展開され、次に、これら関係が一例としての無線通信用途に対して適用され、サービス信号と干渉信号の間の様々なレベルの相対信号強度に対して実現されるS/I比とチャネル間隔との間の関係を示す二つのテーブルが作成されている。後に説明される複数の干渉管理法にとって有用な基準を提供するこれらテーブルが以下に再生されるが、これは、次のような特徴を持つ。つまり：テーブル1は、18dBの設計コーチャネルS/I閾値が使用された場合のサービスされる加入者によって実現されるS/I比Tと、チャネル間隔wとの間のトレードオフを提供する。

【0030】テーブルからわかるように、第一のカラムは、チャネル帯域幅の倍数にて与えられたチャネル間隔を表し、一方、残りの10のカラムは、加入者によって経験されるサービス信号に対する干渉信号の（dBにて表されたときの）信号強度の比の様々な値に対するサービスされる加入者によって実現されるS/I比（dBにて表現）を与える。

【0031】同様に、テーブル2は、異なるチャネル間隔値wに対する目標の総合S/I比Tを達成するために必要とされる設計コーチャネルS/I比T<sub>0</sub>、つまり、dB（T）が18dBであるときのT<sub>0</sub>とwとの間のトレードオフを提供する。

【表1】

| チャンネル<br>間隔<br>$w$ | $dB(T_c) = 18$ |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|--------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                    | $dB(P)$        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|                    | -20            | -15   | -10   | -5    | 0     | 4     | 14    | 20    | 28    | 40     |
| 1                  | 17.98          | 17.93 | 17.79 | 17.36 | 16.23 | 14.46 | 6.66  | 0.90  | -7.02 | -19.01 |
| 2                  | 18.00          | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 17.99 | 17.98 | 17.79 | 17.21 | 14.46 | 4.78   |
| 3                  | 18.00          | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 17.99 | 17.97 | 17.79 | 15.47  |
| 4                  | 18.00          | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 17.98 | 17.67  |
| 5                  | 18.00          | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 17.94  |

テーブル1 チャンネル間隔とS/I比dB(T)との間のトレードオフ

【0032】  
【表2】

| チャンネル<br>間隔<br>$w$ | $dB(T) = 18$ |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | $dB(P)$      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                    | -20          | -15   | -10   | -5    | 0     | 4     | 14    | 20    | 28    | 40    |
| 1                  | 18.02        | 18.07 | 18.22 | 18.75 | 21.03 | NA    | NA    | NA    | NA    | NA    |
| 2                  | 18.00        | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.01 | 18.02 | 18.22 | 18.97 | NA    | NA    |
| 3                  | 18.00        | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.01 | 18.03 | 18.22 | 24.76 |
| 4                  | 18.00        | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.02 | 18.36 |
| 5                  | 18.00        | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.06 |

テーブル2 チャンネル間隔とコーチャンネルS/I比dB(T<sub>c</sub>)との間のトレードオフ

【0033】前述のように、パワー制御が適用されず、加入者ユニットiとjの両方が同一の基地局によってサービスされる場合は（つまり、図5の構成においては）、ダウンリンク上では、干渉信号とサービス信号は、各信号が基地局から同一のパワーにて送信されるために同一になる。従って、干渉信号のサービス信号に対する比Pは、1となり、dB(P)は0となる。テーブル1からわかるように、隣接チャンネルが使用された場合は、S/I比は、16.23dBに低下するが、これは、目標値63.1(18dB)の67パーセントを意味する。ただし、チャンネル間隔wを2に設定することで、隣接チャンネル干渉に起因するS/I低下が殆ど矯正でき、S/I比は、16.23dBから17.99dBに増加する。

【0034】加入者ユニットiとjが異なる基地局によってサービスされている場合も、図6aおよび6bに示されるように、サービス中の加入者ユニットiが二つのセルの共通境界の付近に位置するときは、干渉加入者ユニットjの位置と無関係に、類似する状況が発生する。ただし、図6cに示されるように、加入者ユニットiが、干渉基地局B<sub>2</sub>から、サービスを提供する基地局B<sub>1</sub>からよりも遥かに離れて位置する場合は、P比は、1より小さくなり、dB(P)は負となる。従って、隣接チャンネルの使用が、S/I比に与える影響は、小さくなる。例えば、dB(P)の値が-5dBである場合は、テーブル1から、17.36dBのS/I比が実現され

ることが示される。これは、設計コーチャンネルS/I比18dBの86パーセントに相当する。dB(P)が-10dBの場合は、17.79dBのS/I比が実現され、これは、設計コーチャンネルS/I比の95パーセントに相当する。見かたをかえれば、この値は、隣接チャンネル干渉が、コーチャンネル干渉と隣接チャンネル干渉を総和して5パーセントに制限された場合に、S/I比によって実現される値として特性化することもできる。従って、Pの値は、それに対して隣接チャンネル干渉が許容可能になる値として定義することもできる。こうして定義された値は、ここでは、P<sub>0</sub>と呼ばれ、この一例としてのケースにおいては、-10dBである。

【0035】テーブル2に示されるwとT<sub>c</sub>との間のトレードオフについて、dB(P)=0の場合に関して考察すると、チャンネル間隔を1から2に増加することによって、計画コーチャンネルS/I比として、21.03dBの代わりに18.01dBを使用することが可能になることがわかる。また、テーブルから、間隔を2よりさらに増加しても、コーチャンネル干渉制約、従って、容量の観点からは、全く得るものがないことがわかる。

【0036】パワー制御が適用された場合は、前述のように、ダウンリンク上のパワー制御は隣接チャンネル干渉の影響を悪化させる。ここでは、互いに接近して位置する二つの加入者ユニットの信号強度を低減するためにダウンリンク上にパワー制御が適用される場合の特定のケースについて考察する。このケースにおいては、Pは、これら二つの加入者ユニットをサービスする信号のパワー低減の差に等しくな。最悪の場合が、図5aの構成に



よって示されるように、加入者ユニット  $i$  をサービスする信号のパワーが大幅に低減され、加入者ユニット  $j$  をサービスする信号が最大のパワーにて動作する場合に発生する。この場合、テーブル 1 からわかるように、設計コーチャネル  $S/I$  比が  $18\text{ dB}$  であっても、近い方の加入者ユニットに対してダウンリンクパワーが  $28\text{ dB}$  だけ低減されると、実現される  $S/I$  比は負となり、 $17.79\text{ dB}$  の  $S/I$  比を達成するためには、チャンネル間隔 3 が必要となる。

【0037】以降のセクション（節）B 1 においては、新規の混合型パワー制御方法論（Mixed Power Control Methodology）について開示されるが、これは、ダウンリンク上に部分的なパワー制御を使用し、チャンネル間隔を 2 の値以上にすることなしに妥当な  $S/I$  比を維持することを可能にする。

#### 【0038】B. 隣接チャンネル干渉を管理するための方法論

以下の節においては、3 つの新規の干渉管理方法論について説明されるが、これらは、従来の技術による様々な方法によって達成されるそれと比べて隣接チャンネル干渉を低減させる。これら新たな干渉管理方法論は、各々が本発明の一つの実現（実施例）を構成し、それぞれ、混合型パワー制御法（Mixed Power Control）、有向割当て法（Directed Assignment）法、および混合型パワー制御と有向割当ての併用法（Mixed Power Control With Directed Assignment）と称される。

#### 【0039】B. 混合型パワー制御法

従来の様々なパワー制御法の適用（あるいは非適用）と、サービスされる加入者によって経験される隣接チャンネル干渉との間の関係についての前の議論において、これら干渉が伝送の方向によって（ダウンリンクかアップリンクかによって）、並びに、サービスされる加入者ユニットの、付近の他の加入者ユニットに対する位置、および付近のサービスを提供するおよび/あるいは他の基地局に対する位置によってばらつくことが示された。以下では、このばらつきを大幅に改善する新規の混合型パワー制御方法論について述べられる。説明から明らかになるように、この混合型パワー制御方法論は、単独にて実現することもできるが、ただし、これは、ここにおいて、および、対の参照された特許出願において開示されている他の新規の幾つかの干渉を管理するための方法論に組み込むことも可能である。

【0040】この新規の混合型パワー制御方法論は、ダウンリンクの場合と、アップリンクの場合を切り離して扱い、この方法論を、こうして分けられた個々のケースについて説明することによってより良く理解できるものである。

#### 【0041】(a) ダウンリンク上のパワー制御

パワー制御の一般的な説明において、従来のパワー制御方針がダウンリンク上に適用された場合、つまり、基地

局付近の加入者ユニットに対して受信信号強度が低減された場合、隣接チャンネル干渉の影響が悪化されることが示された。この場合は、干渉信号のサービス信号の強度に対するの比、 $P$  ( $\text{dB}$  にて表現) は、二つの加入者ユニットをサービスする信号のパワーの低下の差に等しくなる。最悪の場合が、図 5 a の場合のように、加入者ユニット  $i$  をサービスする信号のパワーが大幅に低減され、加入者ユニット  $j$  をサービスする信号が最大のパワーにて動作する場合に発生する。テーブル 1 に反映される一例としてのケースにおいては、 $18\text{ dB}$  の設計コーチャネル  $S/I$  比が使用された場合でも、実現される  $S/I$  比は、コーチャネル間隔が使用される近い方の加入者ユニットに対してダウンリンク上のパワーが約  $28\text{ dB}$  低減された場合は（この構成においては現実的な低減）、負になることがわかる。

【0042】後に説明されるように、パワー低減の規模が制限された場合は、パワー制御を使用することによって、チャンネル間隔の値を 2 以上に増加することなしに妥当な  $S/I$  比を達成することが可能となる（パワー制御が行なわれない場合は、チャンネル間隔の増加が必要となる）。テーブル 1 から、干渉信号とサービス信号の間の  $\text{dB}$  にて表現された場合の信号強度の差  $P$ 、あるいは、等価的に、二つの加入者ユニットに対するパワー低減の相対差が、 $14\text{ dB}$  以下である場合は、パワー制御が  $S/I$  比に与える影響は小さいことがわかる：つまり、チャンネル間隔 2 にて、 $17.79\text{ dB}$  のあるいはそれ以上の  $S/I$  比が実現できることがわかる。従って、パワー制御を制限し、サービスされる加入者に対する受信信号強度を、サービスされる加入者位置における干渉信号のレベルより  $14\text{ dB}$  以下には落ちないように維持することによって、チャンネル間隔を 2 に維持し、しかも、隣接チャンネル干渉を無視できる程度にすることが可能である。相対的なパワー制御差に対するこの制約は、ここでは、リミティングパワー制御比（limiting power control ratio）と呼ばれ、しばしば、 $x_M$  によって表される。テーブル 1 によって示される一例としてのケースにおいては、 $\text{dB} (x_M)$  は、 $-14\text{ dB}$  である。

【0043】この混合型パワー制御方法論の一例としての実施例においては、パワー制御は、セルの外周と、 $x_M$  だけ低減された信号がセルの外周の所で受信される信号と等しくなるセルの半径上のポイント、との間に位置する加入者ユニットに対して適用される。基地局からセルの半径に沿っての、 $x_M$  だけ低減された信号がセルの外周で受信される信号と等しくなる所のポイントまでの距離が、 $1_M$  として定義される。従って、パワー制御は、 $1_M$  と、セルの外周、との間に位置する加入者ユニットに対して適用されることとなる。図 7 a は、混合型パワー制御方法論のこの一例としての実施例においてダウンリンク上に受信される信号を基地局からの加入者ユニットの距離の関数として示す。

#### 【0044】(b) アップリンク上のパワー制御

ダウンリンクの場合と異なり、パワー制御は、一般的には、アップリンク方向に対しては隣接チャネル干渉を低減するのに有効であることが知られている。しかしながら、後に説明されるように、本発明の混合型パワー制御方法論がアップリンクに対して適用される場合は、セルのある領域内では、隣接チャネル干渉に悪影響を与えることなしに、パワー制御を排除することが可能になる。

【0045】アップリンク通信の場合は、Pの値は、パワー制御によって低減することができ、dB(P)は、サービス信号と干渉信号の間の信号減衰の差からパワー低減の差を引いた値となる。この関係およびこの影響は、基地局に送信する二つの加入者ユニット間の信号減衰が40 dBであり、パワー低減に起因する受信信号レベルの差が12 dBであるような構成によって説明することができる。この場合は、 $dB(P) = 40 - 12 = 28$  dBとなる。18 dBの設計チャネルS/I比、およびチャネル間隔2が使用された場合、テーブル1から、1.4、46 dBのS/I比が実現されることが示される。一方、パワー低減差が26 dB(P)に増加された場合は、dB(P)は14 dBとなり、チャネル間隔2に対しては、総合S/I比は、17.79 dBになることがわかる。

【0046】この関係から、14 dB以下のdB(P)値では、チャネル間隔2が使用された場合は、隣接チャネル干渉は殆ど発生せず、従って、高い信号減衰を受けている潜在的に干渉を与える可能性を持つ加入者ユニット、例えば、セルの境界付近の加入者ユニットには、パワー制御を適用する必要はないということが出来る。セル内の可能な最大の減衰(maximum possible attenuation)より14 dB低い信号減衰を持つ加入者ユニットのみがそれらの信号を低減されることを必要とされる。つまり、パワー低減は、基地局と、受信される信号強度のセル内の最小信号強度に対する比が $\chi_M^{-1}$ となるセルの半径上のポイント $1_M$ 、との間に位置する加入者ユニットに対して適用することのみが必要とされる。(脚注4)。テーブル1の一例としてのケースにおいては、 $dB(\chi_M^{-1})$ は、14 dBである。図7bは、この混合型パワー制御方法論が使用された場合のアップリンク上の受信信号を基地局からの加入者ユニットの距離の関数としてグラフ的に示す。

【0047】任意のチャネル間隔に対して、アップリンク上に混合型パワー制御方法論によって必要とされるパワー低減能力を推定するためには、ある統計的な有意にて遭遇されるべきPの最高値が必要になる。本発明人は、関連する文献[M. Benveniste, "Managing Neighbor Channel Interference in Channelized Cellular System," forthcoming]において、伝送損失係数が4(移動無線システムに対して一般に受け入れられている値)である場合は、パワー制御なしでは、0.995の確率

で、相対信号強度dB(P)が40 dB以下となることを示している。従って、チャネル間隔2の場合は、

【0048】最大減衰(40) - dB(P) 閾値(14) = 最大パワー低減(26 dB)となるために: 26 dBのパワー低減能力 - dB( $\phi^M$ ) で十分である。

【0049】テーブル2からわかるように、あるレンジのパワー制御オプションが提供される。これらオプションの例としては、近い方の加入者ユニットのパワーを20 dBだけ低減し、遠い方の加入者ユニットを最大パワーにとどめるオプションが含まれる。このオプションにおいては、チャネル間隔2の場合は、設計コーチャネルS/I 閾値として、18.97 dBが必要とされる。別の可能性としては、近い方の加入者ユニットのパワーを26 dBだけ低減する(遠い方のユニットは最大パワーにて動作する)ことが考えられる。このオプションにおいては、14(40 - 26)のdB(P)値が与えられるが、これは、チャネル間隔2に対しては、18.22 dBの設計コーチャネルS/I 閾値を必要とする。

【0050】これも明らかになるように、混合型パワー制御方法論のここに説明される幾つかの実施例に対しては、パワー制御要件は、チャネル間隔要件が最小になるように選択される。この方法論の他の用途(適用)も、勿論、存在する。例えば、より大きなパワー低減レンジが要望される場合は、チャネル間隔が増加される。後者の考えは、パワー制御を能力を増加させるための手段として採用する動的チャネル割当てアルゴリズムに対しては効果的である。

#### 【0051】B. 2 有向割当て

隣接チャネル干渉の代用として、二つの隣接チャネルが同一あるいは隣接するセル内で同時に使用されたときに発生する隣接チャネル衝突(adjacent-channel conflicts)の数が使用できる。前の議論から明らかなように、全ての隣接チャネル衝突が隣接チャネル干渉を発生させるわけではないが、それでも、隣接チャネル衝突の数を低減すると、隣接チャネル干渉の尤度が低減すると一般的に述べることができる。

【0052】この節において説明される本発明の実施例は、隣接チャネル衝突の確率を低減することによる隣接チャネル干渉の最小化に向けられる。このアプローチは、規則的あるいは不規則的な、および固定的なあるいはフレキシブルな全てのチャネル割当てに対して適用可能であり、さらに、セクタ化されたあるいは全方向性のセルの両方に対して適用可能である。これは、さらに、他の隣接チャネル干渉を低減するための様々なアプローチと組み合わせることも可能である。

【0053】有向割当て方法論は、規則的かつ固定的なチャネル割当てからの単純な例を使用することによってより良く理解できるものである。図8に示されるように、4つのセルに、チャネルセット: A、B、C、およびDが割当てられる場合を考える。各セットを構成する

チャンネルは、他の3つのセットの二つのチャンネルに隣接するものと想定され、さらに、各セルは、他の3つのチャンネルセットを割当てられたセルに隣接するものと想定される。さらに、この一例としての例に対しては、24のチャンネルが利用可能であり、問題の4つのセルが、それぞれ、5、3、4、および3個の進行中の呼を持つものと想定する。図8Aに示されるように、全ての呼に対して低い番号のチャンネルが割当てられた場合は、セルA内には4つ、B内には3つ、C内には3つ、そしてD内には4つの隣接チャンネル衝突が発生することとなる。隣接チャンネル衝突の数を減らすためには、図8Bに示される構成のように、セルAおよびセルC内の全ての呼が利用可能な最低の番号のチャンネルに移動され、そして、セルBおよびセルD内の全ての呼が最高の番号のチャンネルに移動される。結果として、隣接チャンネルを含むセル内のアクティブなチャンネル間により大きなチャンネル間隔が存在することとなる。図8Bに示されるように、隣接チャンネル衝突の数は、4つのセルに対して、それぞれ、2、2、1、および2に低減される。

【0054】有向割当て方法論を遂行するために従われるステップは以下の通りである：

1. 利用可能なチャンネルがチャンネルセットの間で、各セットが、“+”あるいは“-”のラベルを持ち、さらに、隣接チャンネルを持つ任意の二つのセットが反対のラベルを持つように分配される。
2. 各セルにも、ラベル“+”あるいは“-”が割当てられる。
3. セルはそのセルと同一のラベルを割当てられた一つあるいは複数のセットからのチャンネルを使用することができる。
4. “+”のラベルを持つセルは、それらのユーザに利用可能な最低の番号のチャンネルを割当て、一方、“-”のラベルを持つセルは、それらのユーザに利用可能な最も高い番号のチャンネルを割当てる。

【0055】ステップ4は、反対のラベルを持つセル内のアクティブなチャンネルのチャンネル間隔を増加させる。ステップ1のために、隣接チャンネルは、反対のラベルを持つセル内のみ見られるために、隣接チャンネル衝突の尤度が低減される。

【0056】呼をチャンネルセットのいずれかの端に押しやるための2つのオプションが存在する。第一のオプションにおいては、“+”のセル内の最も高い番号のチャンネルからの呼（あるいは“-”のセル内の最も低い番号のチャンネルからの呼）が、そのセル内の出呼のチャンネルに移動される。こうして、最高でも、呼の終端あるいはハンドオフ当たり、1チャンネルの再構成のみが必要とされる。チャンネルの再構成を必要とすることなくユーザをチャンネルセットの正しい端に保つための第二のオプションにおいては、入り呼が、“+”のセルに対しては最も低い番号の空きチャンネルに割当てられ、“-”のセルに

対しては最も高い番号の空きチャンネルに割当てられる。

【0057】有向割当て方法論は、固定的およびフレキシブルな両方のチャンネル割当てに適用することができる。ただし、チャンネルセットの翻訳は、二つのアプローチで異なる。固定的なチャンネル割当ての場合は、チャンネルセットは、異なるセルに専用に使用されるチャンネルの互いに素なグループである。一方、全てのチャンネルセットが同一のサイズを持つ固定的でかつ規則的なチャンネル割当てにおいては、ステップ1は、偶数のチャンネルセットが存在することを要求する。

【0058】フレキシブルなチャンネル割当てにおいては、（隣接チャンネル使用の制約を遵守するために）二つのチャンネルセットが必要とされ、各チャンネルセットに、“+”あるいは“-”のラベルが割当てられる。例えば、奇数番号のチャンネルのチャンネルセットに“+”のラベルが与えられ、偶数番号のチャンネルのセットに“-”のラベルが割当てられる。“+”ラベルのセルは、低いチャンネル番号を優先し、“-”ラベルのセルは、高いチャンネル番号を優先するために、低トラフィック状態においては、異なるラベルを持つセルの話中チャンネル間の間隔が増加する。隣接チャンネルは異なるラベルのセル内においてのみ使用されるために、隣接チャンネル衝突の確率が低減される。

【0059】B3. 混合パワー制御と有向割当ての併用  
ダウンリンク上にはパワー制御を用いずアップリンク上には全パワー制御を用いることを特徴とするパワー制御方針に対しては、チャンネル間隔2を使用することで、セル内の隣接チャンネル干渉の影響を、このパワー制御方針と併用して、十分に低減できることが示された。関連する前に参照されたBenveniste-8(S/N 08/580568)と称される特許出願においては、このようなパワー制御方針に対しては、セル内に、ダウンリンクについては、隣接セルからの隣接チャンネル干渉からの影響が無視できるような領域が存在することが示されたが、加入者ユニットが隣接セルに対して、アップリンク上に隣接チャンネル干渉を殆ど与えないような類似する領域が存在する。より詳細には、図11（Benveniste-8特許出願の図7に対応）に示されるように、セル1内の輪郭XX'の左に位置する加入者ユニットは、セル2内に使用される隣接チャンネルからのダウンリンク干渉を受けることはない。同様に、輪郭YY'の右に位置する加入者ユニットは、セル1に対してアップリンクの隣接チャンネル干渉を与えることはない。

【0060】さらに、反対のパワー制御が実施された場合、つまり、ダウンリンク上で全パワー制御が使用され、アップリンク上でパワー制御が使用されない場合は、同一セル内のユーザから与えられる隣接チャンネル干渉が増加し、このために、これは回避されるべきであることが示される。ただし、“混合型パワー制御(mixed power control)”として特性化される新規のパワー制

御方針が、セクションB 1において説明されているが、この方針は、ダウンリンク上の制限されたパワー制御を許し、同時に、隣接チャネル干渉を許容限度内に維持する。より詳細には、パワー制御は、ダウンリンク上では、最大パワー低減レンジ $x_M$ に対応する半径 $l_M$ （説明のケースにおいては、 $l_M$ は、14 dBのパワー低減に対応する0.4467R）の外側においてのみ使用することが許される。同様に、説明される混合型パワー制御方針下では、アップリンク上では、パワー制御は、受信信号がセル内の最も低い受信信号より14 dB高いレベルに等しくなる半径 $l_M$ の内側においてのみ適用される。こうして受信される信号が図7に、通信の両方向に対して、ユーザから基地局までの距離（対数スケール）の関数として示される。この混合型パワー制御方針を使用した場合は、チャネル間隔2で、十分にセル内の干渉を回避することができる。

【0061】理解できるように、純粋なパワー制御方針から逸脱することに対する動機は、隣接セル内での隣接チャネルの使用の影響を低減し、これによって、隣接セルに対する隣接チャネル制限を低減することである。上に説明の混合型パワー制御方針を図9に示される隣接セル構成に適用することを考える。この図に示されるように、隣接セルからの隣接チャネル干渉に弱い領域を定義する単一の輪郭 $X_X'$ の代わりに、図10に示されるように、おのおのが隣接セル内で使用されるパワーレベル $k$ に対応するこれら輪郭のファミリー $X_kX_k'$ が存在する。輪郭 $X_1X_1'$ は、セル2内で使用される最強のパワー信号に対応する。輪郭 $X_kX_k'$ は、輪郭 $X_X'$ の右側および左側の両方に広がる。右へのシフトは、セル1内のパワーレベル $k$ にてサービスされているセル2内のユーザから隣接チャネル干渉を受けるユーザの割合を減少するが、左へのシフトは、これを増加させる。ただし、ここでは、二つのセル内のユーザが、隣接チャネル上で、隣接チャネル干渉の尤度が低減されるような方法にて動作するようにマッチングされる。

【0062】ユーザのマッチングによって隣接チャネル干渉がどうして低減できるかを説明するために、図10内のユーザ $M_1$ について考える。パワー制御がない場合は、 $M_1$ は、ユーザの隣接チャネル上の位置に関係なく隣接チャネル干渉を受ける。一方、パワー制御が使用された場合は、 $M_1$ は、低いパワーレベル $k$ にてサービスされるセル2内のユーザと、隣接チャネル干渉が起らないようにマッチングすることができる。こうして、隣接チャネル干渉の確率を、制限されたパワー制御と、隣接セル内の隣接チャネルユーザの選択的なマッチングを組み合わせる使用することによって低減することができる。この目的を遂行するためのチャネルマッチングアルゴリズムについて以下に説明される。

【0063】パワー制御のレンジによって、 $X_kX_k'$ 輪郭の広がり決定される。隣接チャネル干渉の確率を最

小にするパワー制御の最適レンジは、採用される特定のチャネルマッチングアルゴリズムとの関連で決定されるべきである。ダウンリンク上のパワー制御のレンジは、 $x_M$ を超えることはできないことに注意する。

【0064】前述のように、本出願人は、ゼロの隣接チャネル干渉を達成するためのアップリンク要件は、上に説明されたダウンリンク要件と、これら二つのリンク上に補間的なパワー制御方針が使用された場合は、対称的であることを示している。[M.Benveniste, "Managing Neighbor Channel Interference in Channelized Cellular Systems", idを参照]。つまり、アップリンク上のパワー制御が半径 $l_M$ の円の内部に制限され、この円の外部ではパワー制御が存在しない場合は、セル1内のユーザの異なるパワーレベルに対応する $k$ 個の、セル2内のユーザがセル1内の対応するユーザにアップリンク干渉を与えない領域を定義する輪郭 $Y_kY_k'$ のファミリーが存在することとなる。これら輪郭は、セル1内のダウンリンクの場合に対して描かれた輪郭 $X_kX_k'$ の鏡像である。この参考文献において、出願人は、さらに、隣接セル内の隣接チャネルユーザにアップリンク方向の隣接チャネル干渉を与えないユーザは、隣接セルユーザからのダウンリンク方向の隣接チャネル干渉を受けないことを示している。隣接チャネル干渉をなくするための条件のこの対称性のために、ユーザマッチングアルゴリズムは、片方の通信方向についてのみ分析するのみで十分である。従って、以下の節において説明される方法論は、ダウンリンクのみに焦点が置かれる。アップリンク上の性能は、これと同等であるとみてよい。

#### 【0065】(a) 方法論の説明

前の節において示されたように、隣接チャネル干渉の確率は、隣接セル内の隣接チャネルユーザを正しくマッチングすることによって低減することができる。このユーザマッチング問題は、複雑な組合せ最適化問題であるが、ただし、以下に説明される単純な発見的アルゴリズムによってこの問題の良好な解に到達することが可能である。

【0066】このアプローチは、各セル内のユーザに順番を与えることから開始される。順番を付けられたユーザに、チャネル番号の昇順（あるいは降順）に利用可能なチャネルが割当てられ、これによって、隣接チャネルユーザがマッチングされる。従って、目的は、あるセル内のユーザを、隣接チャネル干渉の確率が最小になるように、ランクするための基準を決定することにある。サービスを提供する基地局からのユーザの距離が、ランキング基準として選択される。

【0067】ユーザと基地局との間の距離をランキング基準として選択するためのこの論理は、図10の2セルの例について考察することによって理解することができる。以降の議論においては、以下の記号が使用される。つまり： $m_1$ は、加入者ユニット $M_1$ の自身の基地

局からの距離を表し、 $n_1$  は、加入者ユニット $M_1$  の隣の基地局からの距離を表す。出願人の関連する文献においては、ダウンリンク方向におけるパワー制御の適用に対しては、隣接チャンネル干渉は、以下のときに発生しないことが示される：

【数 1】

$$P = \left[ \frac{m_2}{n_1} \right] \leq P_a$$

この関係に従うと、セル 1 内のダウンリンク上の隣接チャンネル干渉を低減するためには、高い $m_2$  値が高い $n_1$  値とマッチングされるべきである。同様に、セル 2 内の隣接チャンネル干渉を最小にするためには、高い $m_1$  値が高い $n_2$  値とマッチングされるべきである。ただし、一般的には、これら二つの基準の結果としてのチャンネルの割当ては、異なる。一意のチャンネル割当てを得るためには、各セル内のユーザは、同一の基準によってランクされなければならない。サービスを提供している基地局からの距離が使用される場合は、高い $m_1$  値は、低い $m_2$  値とマッチングされ、低い $m_1$  値は、高い $m_2$  値とマッチングされる。距離をランキング基準として使用することにより隣接チャンネル干渉を低減することができるが、これは、セル 1 内の隣接チャンネル干渉に最も弱い領域内においては、 $n_1$  が、 $m_1$  が増加すると減少し、この逆についてもいえることによる。

【0068】本発明の方法論は、一つ以上の隣接セルによる隣接チャンネルの使用の問題を扱うが、以下のように一般化することができる：

1. 利用可能なチャンネルがチャンネルセット間で各セットが“+”あるいは“-”のラベルを持ち、隣接チャンネルを持つ任意の二つのセットが反対のラベルを持つように分配される。
2. 各セルに“+”あるいは“-”のラベルが割当てられる。
3. セルは、そのセルと同一のラベルを割当てられた一つあるいは複数のセットからのチャンネルを使用することができる。
4. 各セル内のユーザには、サービスを提供する基地局からの距離の降順にチャンネルが割当てられる。“+”のラベルを持つセルは、それらのユーザに最初に最も低い番号のチャンネルを割当て、一方、“-”のラベルを持つセルは、それらのユーザに最初に最も高い番号を持つチャンネルを割当てる。

【0069】ステップ 1 からステップ 4 によって、隣接チャンネルは反対のラベルのセルによってのみ使用されるために、高パワーのユーザを、“+”のセル内では、低い番号のチャンネルに割当て、一方、“-”のセル内では、高い番号のチャンネルに割当てることによって、これらの間のチャンネル間隔が増加される。結果として、高パワーのユーザは、（低トラヒック状態においては）アイ

ドルなチャンネルのとなりで動作するか、あるいは、その基地局付近の隣のセルのユーザに割当てられたチャンネルの隣で動作し、こうして、隣接セル間の隣接チャンネル干渉の確率が低減される。

【0070】理解できるように、ここで説明される方法論は、幾つかの点で、前に説明された有向割当て方法論に類似する。ただし、有向割当て方法論は、輻湊状態においては隣接チャンネル干渉になんの効果ももたないが、パワー制御を適当なユーザマッチングとともに使用した場合は、輻湊状態においても、隣接チャンネル干渉の確率を低減できる。

【0071】理解できるように、上に説明されたマッチング手続きの有効性は、輪郭 $X_K X_K'$  がどの程度広がっているかに依存する。これは、一方、隣接チャンネル干渉の確率を最小にするために選択されたパワー制御のレンジに依存する。

【0072】有向割当ての場合のように、ユーザは、以下の二つの方法によって空いたチャンネルセットのどちらかの端に詰めることができる。第一の方法においては、呼が去ったときのチャンネルの再構成を伴い、第二の方法はこれを伴わない。さらに、チャンネルの再構成が、ユーザの移動と共に変化するユーザの正しいランキングを維持するために必要とされるが、別の方法として、チャンネルの再構成を、隣接チャンネル干渉が観察されるまで延期し、これによって必要とされる再構成の数を低減することも考えられる。

#### 【0073】(b) 方法論の適用

ここに説明される方法論は、固定的およびフレキシブルな両方のチャンネル割当てに対して使用することが可能である。この節においては、固定的かつ規則的なチャンネル割当てに対するこの方法論の一例としての適用について説明される。フレキシブルなチャンネル割当てに対してこの方法を使用する例については、M. Benveniste, A. G. Greenberg, および P. E. Wright による “On dynamic channel assignment in wireless system: Extensions of Ordered Borrowing”, forthcoming.、において説明されている。

【0074】図 11 に示される  $N=8$  のパターンが繰り返される全方向性セルのシステムについて考察する。チャンネルセットが水平方法によって構成され、従って、各セルが、隣接チャンネルを割当てられた一つの他のセルとの境界を共有するものと想定される。400 のチャンネルが与えられた場合、各セルには、50 のチャンネルが割当てられることとなる。テーブル 3 は、チャンネルマッチングの隣接チャンネル干渉に対する影響を申し出負荷の関数として示す。チャンネルがランダムに割当てられた場合は、シミュレーションによって、隣接チャンネル衝突 (adjacent-channel conflict, ACC) の確率は、40.3 アーランの申し出負荷の場合（これは、2% の閉塞確率を与える）、79% となり、隣接チャンネル干渉 (adjacent-channel interference, ACI) の確率は、10.6

%となることが示される。また、有向割当て方法論が適用された場合は、同一の申し出負荷および閉塞確率に対して、隣接チャネル衝突の確率は、73%に低下し、隣接チャネル干渉の確率は、10.1%となり、さらに、パワー制御がユーザマッチングと共に使用された場合

は、隣接チャネル干渉の確率は、0.5%に低減することが示される。

【0075】

【表3】

| 方 法   | 申し出負荷 (erlangs per cell) |          |                  |          |                  |          |
|-------|--------------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|
|       | 40.3 (2 % 閉 塞 )          |          | 49.6 (10 % 閉 塞 ) |          | 58.5 (20 % 閉 塞 ) |          |
|       | ACC Prob                 | ACI Prob | ACC Prob         | ACI Prob | ACC Prob         | ACI Prob |
| ランダム  | 0.79                     | 0.106    | 0.89             | 0.121    | 0.93             | 0.129    |
| DA    | 0.73                     | 0.101    | 0.88             | 0.120    | 0.93             | 0.129    |
| EPCDA | 0.73                     | 0.005    | 0.88             | 0.019    | 0.93             | 0.028    |

テーブル3 再利用係数8を使用する全方向性セルに対する様々なチャネル割当て法の性能

【0076】申し出負荷が58.5アーランに増加された場合（閉塞確率が20%に増加された場合）は、チャネルがランダムに割当てられたときの、隣接チャネル衝突の確率は、93%となり、隣接チャネル干渉の確率は、12.9%となることが示される。有向割当てが使用された場合は、同一の申し出負荷に対して、隣接チャネル衝突の確率は、93%にとどまり、隣接チャネル干渉の確率は、12.8%となる。予測されるように、有向割当ての効果は、輻湊時には低減する。また、パワー制御がユーザマッチングと共に使用された場合は、隣接チャネル干渉の確率は、2.8%に低下ことが示される。

【0077】上の結果は、11dBのパワーレンジを使用した場合に対するものである。図12には隣接チャネル干渉の確率がパワー制御レンジの関数としてプロットされているが、これから、この11dBの値が、セル当たり40.3アーランの申し出負荷に対して、最も低い隣接チャネル干渉確率を与えることがわかる。

#### 【0078】II. 結論

ここでは、隣接チャネル干渉を管理するための複数の新規の方法論について開示された。これら方法、およびこれらの組合せは、固定的なあるいはフレキシブルな、そして、規則的なあるいは不規則的な全てのチャネル割当てに対して採用することが可能である。さらに、これら方法は、全てのチャネル化されたシステムに対して、それらが、周波数分割多重アクセスを採用するか、周波数分割/時間分割ハイブリッドアクセスを採用するかに関係なく適用することができる。

【0079】上で説明されたように、ここに開示されたこれらさまざまな方法は、互いに簡単に組み合わせて使用できるのみか、参照として示された関連する特許出願において開示されている発明の実施例と組み合わせて使用することも可能である。ここに開示される複数のチャネル割当て方法論間の相乗効果の潜在能力をさらによく示すための例として、セクタ化されたセルと全方向性の

セルの混合から構成される不規則的なグリッドを使用するセルシステムが、一様でないトラヒック分布を持つ場合を取り上げて説明することができる。目的は、隣接チャネル制約を満足させる最適な不規則的なチャネル割当てを見つけることにある。このために、まず最初に、奇数/偶数セル指定法（参照の関連する特許出願、M. Benveniste-7において開示）が、セル内の隣接チャネル制約を満足させるために使用され、次に、混合型パワー制御と有向割当てを併用する方法によって、隣接セル間の隣接チャネル干渉が低減される。さらに、垂直チャネルセット構成法（参照の関連する特許出願、M. Benveniste-7において開示）によって、同一セルの複数のセクタが隣接チャネルを使用しないことが確保され、最後に、セルの奇数/偶数指定およびセクタの方位に従ってチャネルを使用する任意のチャネル借用スキーム（channel borrowing scheme）が使用され、これらの組み合わせの結果として、隣接チャネル制約に違反しない動的なチャネル割当てが達成される。

【0080】本発明の現在の実施例が詳細に説明されたが、これらに対して様々な変更、代替、置換を行なうことが、付録の特許請求の範囲によって定義される本発明の精神および範囲から逸脱することなしに可能であることを理解されるべきである。

【0081】

【脚注】

#### 脚注1

図1に示されるセルの六角形状は、作図上の便宜のために使用されることに注意する。このような六角セル表現は、これがセルに対する理想的なパワーカバーエリアである円形状に接近するために採用される。ただし、この円形状を使用した場合は、重複エリアが発生し、サービスを受けるエリアの図面が不鮮明となる。一方、便宜的な六角形状のセルを使用した場合は、サービスエリアを表す複数のセルを、セル間のギャップおよび重複無しに示すことができる。

#### 脚注2

勿論、後に詳細に説明されるように、無線通信技術分野

での比較的最近の進展を表すフレキシブルなチャネル割当て方法論は、通常、セル内の固定的でないチャネル割当てを伴う。

### 脚注 3

これら従来のアプローチは、以下の参考文献において見ることができる：

<sup>3/</sup> Examples of such prior approaches appear in the following references: N. Bambos and G.J. Pottie, "On power control in high capacity radio networks", *Third WINLAB Workshop*, pp. 239-247, 1992; R. Beck and H. Panzer, "Strategies for Handover and Dynamic Channel Allocation in Micro-Cellular Mobile Radio Systems", *Proc. IEEE Vehicular Technol. Conference*, May 1989; D.C. Cox and D.O. Reudink, "Dynamic Channel Assignment in Two-Dimensional Large-Scale Mobile Radio Systems", *Bell System Technical Journal*, Vol. 51, No. 7, pp.1611-1629, September 1972; S.M. Elnoubi, R. Singh, and S.C. Gupta, "A new frequency channel assignment algorithm in high communication systems", *IEEE Trans. Veh. Technol.*, Vol. 31, No. 3, August 1982; G.J. Foschini and Z. Miljanic, "A simple distributed autonomous power control algorithm and its convergence", *IEEE Trans. Veh. Technol.*, November 1993; H. Jiang and S.S. Rappaport, "CBWL: A new channel assignment and sharing method for cellular communication systems", *IEEE Veh. Technol. Conference*, May 1993; T.J. Kahwa and N.D. Georganas, "A hybrid channel assignment scheme in large-scale, cellular-structured mobile communication systems", *IEEE Trans. Commun.*, Vol. 26, No. 4, April 1978; S. Nanda and D.J. Goodman, "Dynamic Resource Acquisition: Distributed Carrier Allocation for TDMA Cellular Systems", *Third Generation Wireless Information Networks*, S. Nanda and D.J. Goodman (eds), pp. 99-124, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1992; R. J. Pennotti, *Channel Assignment in Cellular Mobile Communication Systems*, Ph.D. Dissertation, Polytechnic Institute of New York, 1976; J. Zander, "Transmitter power control for co-channel interference management in cellular systems", *Fourth WINLAB Workshop*, pp. 241-247, 1993.

### 脚注 4

勿論、アップリンクに対するパワー制御を、他の目的に対して要求される場合は、 $l_m$  とセル境界の間で適用することもできる。ここでのポイントは、アップリンクに対するパワー制御は、隣接チャネル干渉を管理する目的に対しては必要でないということである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】無線セルラ通信システムに対する規則的なセル構成を示す略図である。

【図 2】再利用係数 7 に基づくセクタ化されたセル構成を示す図である。

【図 3】無線セルラ通信システムの主要な要素およびこれら要素間の典型的な相互接続を示すブロック図である。

【図 4】フレキシブルなチャネル割当て方法論が採用される場合の、無線チャネルの、無線セルラ通信システムの様々なセルへの、割当てを制御するためのデータ処理システムを示すブロック図である。

【図 5】基地局を含む単一のセル、サービスを受ける加入者局、および干渉加入者局の、互いの、および基地局

との間の、様々な位置関係を簡略的に示す図である。

【図 6】各々が一つの基地局を持つ二つの隣接セル、サービスを受ける加入者局、および干渉加入者局の、互いの、および基地局との間の、様々な位置関係を簡略的に示す図である。

【図 7】本発明の混合型パワー制御方針をグラフ的に示す図である。

【図 8】本発明の有向割当て方法論の一例を示す図である。

【図 9】隣接セル内の干渉のない領域を示す図である。

【図 10】本発明の混合型パワー制御と有向割当てを併用する方法論の適用を示す図である。

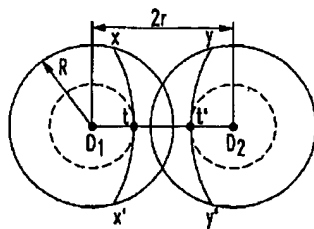
【図 11】 $N=8$  の全方向性セル構成を示す図である。

【図 12】本発明の混合型パワー制御と有向割当てを併用する方法論に対するパワー制御レンジの関数としての隣接チャネル干渉の確率を示す図である。

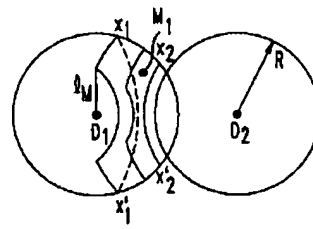
#### 【符号の説明】

$M_1$  ユーザ  
 $l_m$  半径  
 $X_k$  パワーレンジ

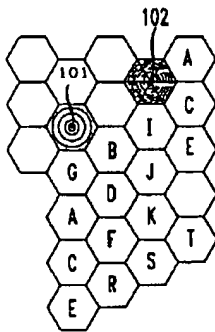
【図 9】



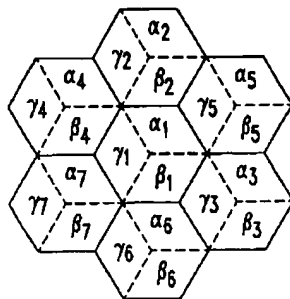
【図 10】



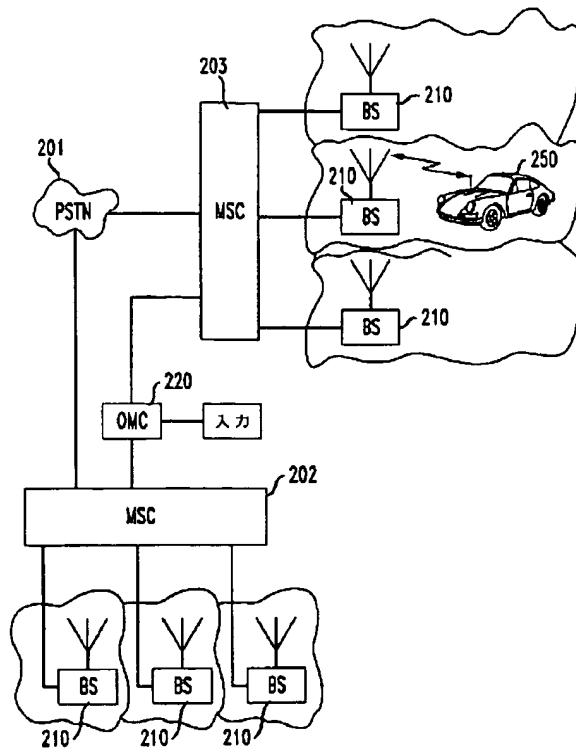
【図 1】



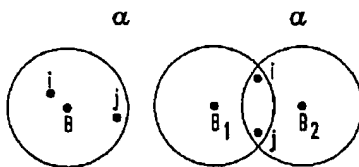
【図 2】



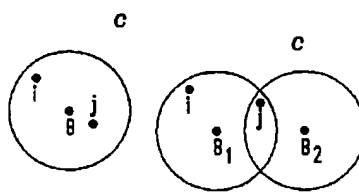
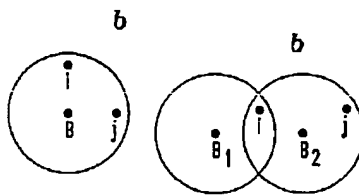
【図 3】



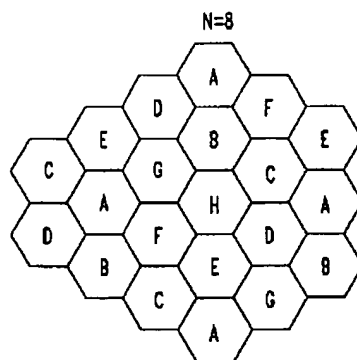
【図 5】



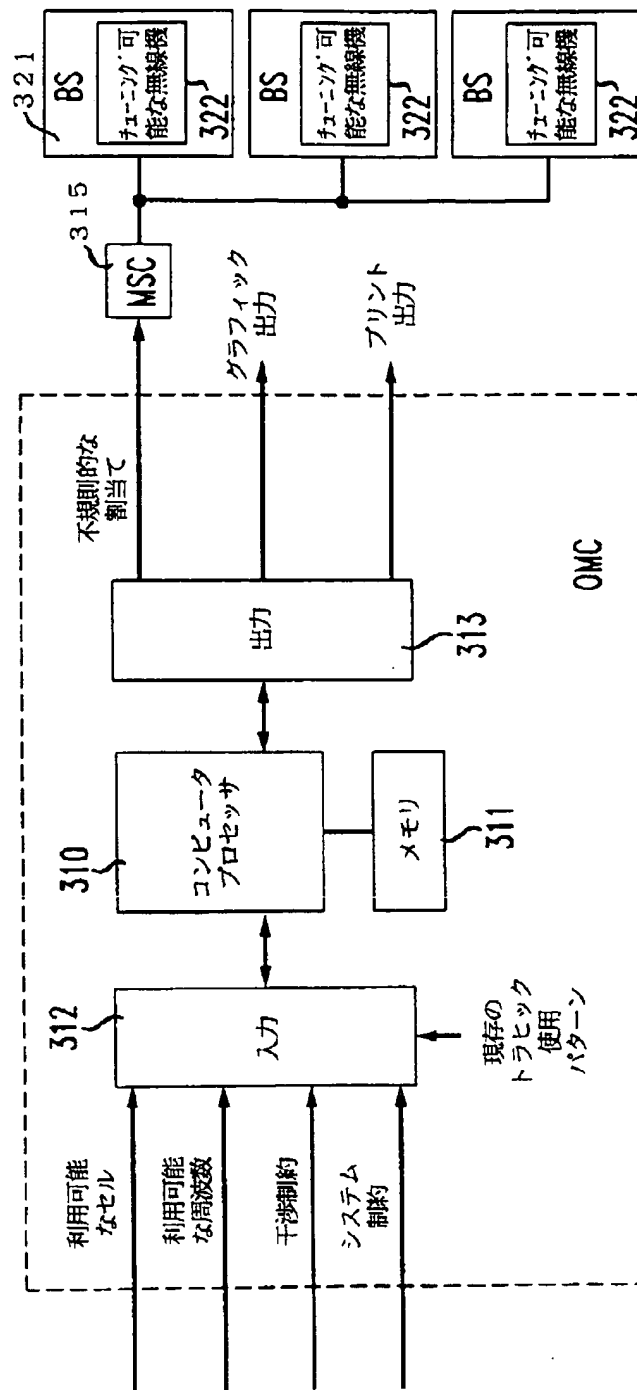
【図 6】



【図 11】

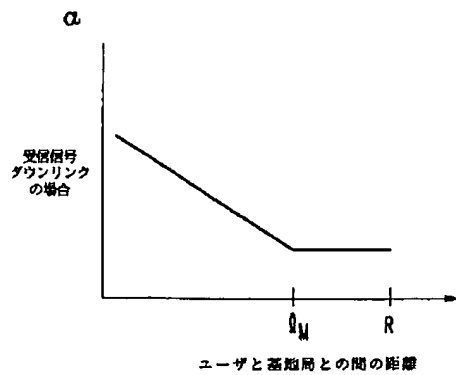






【図4】

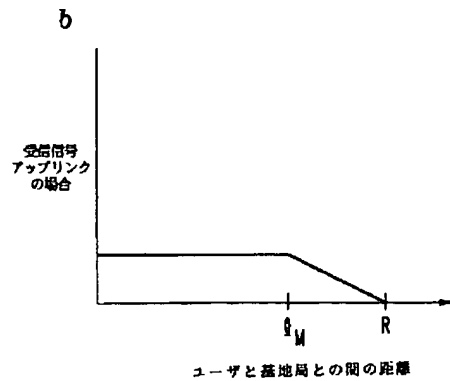
【図 7】



【図 8】

$\alpha$

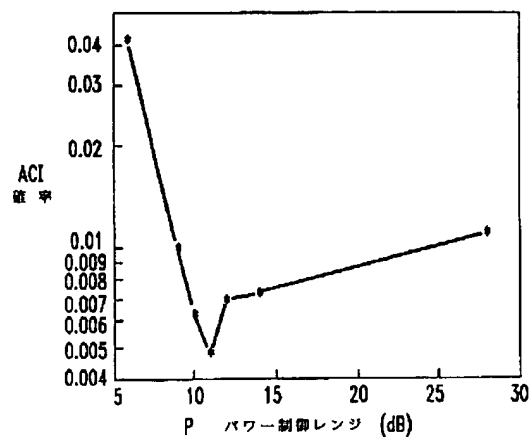
| セル            | A   | B   | C   | D   |
|---------------|---|---|---|---|
| # 呼の数         | 5   | 3   | 4   | 3   |
|               | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7<br>8<br>9<br>10<br>11<br>12<br>13<br>14<br>15<br>16<br>17<br>18<br>19<br>20<br>21 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7<br>8<br>9<br>10<br>11<br>12<br>13<br>14<br>15<br>16<br>17<br>18<br>19<br>20<br>21<br>22 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7<br>8<br>9<br>10<br>11<br>12<br>13<br>14<br>15<br>16<br>17<br>18<br>19<br>20<br>21<br>22<br>23 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7<br>8<br>9<br>10<br>11<br>12<br>13<br>14<br>15<br>16<br>17<br>18<br>19<br>20<br>21<br>22<br>23<br>24 |
| # ACI<br>衝突の数 | 4   | 3   | 3   | 3   |



$b$

| セル            | A(+)  | B(-)  | C(+)  | D(-)  |
|---------------|---|---|---|---|
| # 呼の数         | 5   | 3   | 4   | 3   |
|               | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7<br>8<br>9<br>10<br>11<br>12<br>13<br>14<br>15<br>16<br>17<br>18<br>19<br>20<br>21 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7<br>8<br>9<br>10<br>11<br>12<br>13<br>14<br>15<br>16<br>17<br>18<br>19<br>20<br>21<br>22 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7<br>8<br>9<br>10<br>11<br>12<br>13<br>14<br>15<br>16<br>17<br>18<br>19<br>20<br>21<br>22<br>23 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7<br>8<br>9<br>10<br>11<br>12<br>13<br>14<br>15<br>16<br>17<br>18<br>19<br>20<br>21<br>22<br>23<br>24 |
| # ACI<br>衝突の数 | 2   | 2   | 1   | 1   |

【図 12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**